

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

#2/Priority  
Paper  
7:10:01  
CWI/13  
JC986 U.S. PTO  
09/846861  
05/01/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2000年 5月 2日

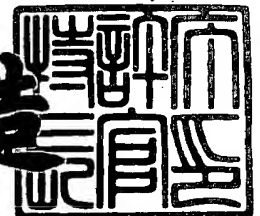
出 願 番 号  
Application Number: 特願2000-133500

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社村田製作所

2001年 3月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3018708

【書類名】 特許願

【整理番号】 32

【提出日】 平成12年 5月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01R 19/00  
G01P 3/42

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 小中 義宏

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 小口 貴弘

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 柴原 輝久

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100093894

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004888

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 振動子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 振動体と；該振動体を設定の駆動方向に振動させるための駆動手段と；上記振動体の駆動方向の振動変位を検出する駆動モニタ手段とを有し、この駆動モニタ手段により検出された上記振動体の駆動方向の振動変位状態に基づいて上記駆動手段が正帰還制御されて上記振動体の駆動方向の振動の安定化が図られる振動子であって、上記駆動モニタ手段は上記振動体の重心領域に設けられて振動体の重心領域の駆動方向の振動変位を検出する構成としたことを特徴とする振動子。

【請求項 2】 振動体は駆動方向と、該駆動方向とほぼ直交するコリオリ力方向とに振動自在な構成と成し、上記振動体のコリオリ力方向の振動変位を検出するコリオリ力方向振動検出手段が設けられており、上記コリオリ力方向振動検出手段により検出された上記振動体のコリオリ力方向の振動に基づいて、上記駆動方向とコリオリ力方向の両方に直交する方向を中心軸とした回転の角速度を検出することを特徴とする請求項 1 記載の振動子。

【請求項 3】 振動体は外枠の内側に内枠が連結梁を介しコリオリ力方向に振動自在に接続されて成る二重枠構造と成し、上記外枠と内枠は駆動手段によって一体的に駆動方向に振動し、上記内枠は角速度に起因したコリオリ力によって外枠に対してコリオリ力方向に振動する構成と成し、駆動モニタ手段は上記内枠の内側に位置する振動体の重心領域に上記内枠に支持されて設けられていることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 記載の振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、角速度センサ等を構成する振動子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 4 には角速度センサを構成する振動子の構造例が上面図により示されている

。この図4に示す角速度センサ1の振動子2は基板3を有し、この基板3の上面には、支持固定部4と、櫛歯形状の駆動用固定電極部5（5 a，5 b，5 c，5 d，5 e，5 f，5 g，5 h）および検出用固定電極部6（6 a，6 b，6 c，6 d，6 e，6 f）がそれぞれ固定配設されており、上記支持固定部4には支持部7（7 a，7 b）を介して振動体8が接続されている。

## 【0003】

その振動体8は基板3と間隔を介して配置され、振動が可能なものであり、駆動梁9（9 a，9 b，9 c，9 d）と、外枠10と、櫛歯形状の駆動用可動電極部11（11 a，11 b，11 c，11 d，11 e，11 f，11 g，11 h）と、支持部12（12 a，12 b）と、連結梁である検出梁13（13 a，13 b，13 c，13 d）と、内枠14と、櫛歯形状の検出用可動電極部15（15 a，15 b，15 c，15 d，15 e，15 f）とを有して構成されている。

## 【0004】

すなわち、上記駆動梁9 a，9 bの各一端側は共通に上記支持部7 aに接続され、また、駆動梁9 c，9 dの各一端側は共通に上記支持梁7 bに接続されており、上記駆動梁9 a，9 b，9 c，9 dの各他端側は共通に外枠10に接続されている。

## 【0005】

この外枠10は後述するように図4に示すX方向に振動可能なものであり、該外枠10には櫛歯形状の上記各駆動用可動電極部11がそれぞれ対応する上記櫛歯形状の駆動用固定電極部5と互いに間隔を介して噛み合うように設けられている。上記互いに対向し合う駆動用固定電極部5 a，5 b，5 c，5 dと駆動用可動電極部11 a，11 b，11 c，11 dの組は第1の駆動部（駆動手段）を構成し、上記駆動用固定電極部5 e，5 f，5 g，5 hと駆動用可動電極部11 e，11 f，11 g，11 hの組は第2の駆動部（駆動手段）を構成している。

## 【0006】

また、上記外枠10には該外枠10の内側に向かって支持部12 a，12 bがそれぞれ伸張形成され、上記支持部12 aの先端側からはさらに検出梁13 a，13 bが、また、支持部12 bからは検出梁13 c，13 dがそれぞれ伸張形成

されている。

【 0 0 0 7 】

上記各検出梁 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d の伸長先端側には内枠 1 4 が共通に接続されている。この内枠 1 4 は後述するように上記外枠 1 0 と一体的に X 方向に振動することができ、また、上記外枠 1 0 に対して Y 方向に振動することができるものである。該内枠 1 4 には櫛歯形状の上記各検出用可動電極部 1 5 がそれぞれ対応する上記櫛歯形状の検出用固定電極部 6 と互いに間隔を介して噛み合うように設けられている。上記互いに対向する検出用固定電極部 6 a, 6 b, 6 c と検出用可動電極部 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c の組が第 1 の検出部（コリオリ力方向振動検出手段）を構成し、検出用固定電極部 6 d, 6 e, 6 f と検出用可動電極部 1 5 d, 1 5 e, 1 5 f の組が第 2 の検出部（コリオリ力方向振動検出手段）を構成している。また、上記第 1、第 2 の検出部を構成する検出用固定電極部 6 と検出用可動電極部 1 5 の複数の組の中で、上記検出用固定電極部 6 c と検出用可動電極部 1 5 c の組と、検出用固定電極部 6 f と検出用可動電極部 1 5 f の組とは駆動モニタ手段を構成している。

【 0 0 0 8 】

また、図示されていないが上記各駆動用固定電極部 5 に外部から電力を供給するための導体パターン、および、検出用固定電極部 6 と導通接続する導通パターンが形成されている。

【 0 0 0 9 】

図 4 に示す振動子 2 は上記のように構成されている。この振動子 2 では、上記互いに対向している駆動用固定電極部 5 と駆動用可動電極部 1 1 間に交流の駆動電圧（駆動信号）が印加されると、その駆動電圧に基づいた静電力の大きさの変化によって、保持部 7 a, 7 b を支点にして振動体 8 全体が上記各駆動梁 9 の弾性を利用して図 4 に示す X 方向に駆動振動する。

【 0 0 1 0 】

このように振動体 8 全体が X 方向に駆動している状態で、Z 方向（図 4 では紙面に垂直な方向）を中心軸にして回転すると、上記振動体 8 の駆動方向（X 方向）と回転の中心軸方向（Z 方向）に共に直交する方向、つまり、Y 方向にコリオ

リ力が発生する。この Y 方向のコリオリ力によって、上記振動体 8 の内枠 1 4 が支持部 1 2 a, 1 2 b を支点とし上記各検出梁 1 3 の弾性を利用して上記外枠 1 0 に対し相対的に Y 方向に検出振動する。

#### 【 0 0 1 1 】

この Y 方向の検出振動に基づいた上記検出用固定電極部 6 と検出用可動電極部 1 5 間の静電容量の変化を検出することによって、Z 軸回りの角速度の大きさを検出することができる。

#### 【 0 0 1 2 】

なお、上記のような振動子 2 は、通常、空気のダンピング等の悪影響を避けるために、例えばガラス部材によって形成された収容空間内に収容され減圧された状態で封止される。この場合、振動子 2 の上記駆動用固定電極部 5 や検出用固定電極部 6 は例えば上記ガラス部材に設けられたスルーホールを介して外部と導通接続することが可能な構成と成している。

#### 【 0 0 1 3 】

図 5 には上記振動子 2 に接続する信号処理回路の一例が上記振動子 2 の主要部分と共に示されている。この信号処理回路 2 0 は、第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 と、第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 と、加算増幅部 2 3 と、差動増幅部 2 4 と、A G C (Auto Gain Control) 部 2 5 と、位相反転部 2 6 と、同期検波部 2 7 とを有して構成されている。なお、図 5 の図示では、信号処理回路の構成を分かり易く説明するために、前記振動子 2 の駆動用固定電極部 5 と検出用固定電極部 6 と振動体 8 が簡略して示されている。

#### 【 0 0 1 4 】

上記第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 は前記振動子 2 の第 1 の検出部を構成する検出用固定電極部 6 ( 6 a, 6 b, 6 c ) と検出用可動電極部 1 5 ( 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c ) 間の総静電容量を電圧に変換して信号出力する構成を有している。また、上記第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 は前記第 2 の検出部を構成する検出用固定電極部 6 ( 6 d, 6 e, 6 f ) と検出用可動電極部 1 5 ( 1 5 d, 1 5 e, 1 5 f ) 間の総静電容量を電圧に変換して信号出力する構成を有している。

#### 【 0 0 1 5 】

上記振動体 8 が X 方向の駆動振動のみである場合には、上記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 から出力される信号は、例えば、図 6 の (a) の鎖線 A 1 に示すような波形を持つ信号 A 1 となる。また、上記第 2 検出用の C-V 変換部 2 2 から出力される信号は、図 6 の (b) の鎖線 A 2 に示す波形を持つ信号 A 2 となり、その信号 A 2 は上記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 から出力される信号 A 1 と振幅の大きさおよび位相が等しい信号である。これら駆動振動に起因した信号 A 1, A 2 は振動体 8 を駆動振動させるための駆動用固定電極部 5 と駆動用可動電極部 1 1 間に印加される駆動信号と位相が  $90^\circ$  ずれている。

## 【 0 0 1 6 】

ところで、図 4 に示す例では、検出用固定電極部 6 a と検出用固定電極部 6 b、検出用可動電極部 1 5 a と検出用可動電極部 1 5 b、検出用固定電極部 6 d と検出用固定電極部 6 e、検出用可動電極部 1 5 d と検出用可動電極部 1 5 e は、それぞれ互いに対称な関係となっているために、上記 X 方向の駆動振動による上記検出用固定電極部 6 a と検出用可動電極部 1 5 a 間の静電容量の変化と、上記検出用固定電極部 6 b と検出用可動電極部 1 5 b 間の静電容量の変化とは相殺され、また同様に、上記 X 方向の振動による上記検出用固定電極部 6 d と検出用可動電極部 1 5 d 間の静電容量の変化と、上記検出用固定電極部 6 e と検出用可動電極部 1 5 e 間の静電容量の変化とは相殺される。

## 【 0 0 1 7 】

これにより、振動体 8 が X 方向の駆動振動のみを行っている場合には、上記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 から出力される信号 A 1 は上記検出用固定電極部 6 c と検出用可動電極部 1 5 c 間のみの静電容量の変化に応じたものである。また、上記第 2 検出用の C-V 変換部 2 2 から出力される信号 A 2 は上記検出用固定電極部 6 f と検出用可動電極部 1 5 f 間のみの静電容量の変化に応じたものである。換言すれば、駆動モニタ手段である上記検出用固定電極部 6 c, 6 f と検出用可動電極部 1 5 c, 1 5 f によって、振動体 8 の X 方向（駆動方向）の振動を検出することができる。

## 【 0 0 1 8 】

図 4 に示す Z 軸回りの角速度に起因して振動体 8 の内枠 1 4 が上記 X 方向だけ



でなく Y 方向（コリオリ力方向）にも振動している場合には、第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 の出力信号は、上記駆動振動に起因した信号成分 A 1 と、図 6 の（a）の実線 B 1 に示す波形を持つ角速度に起因した信号成分 B 1 とが重なって成る信号となる。上記信号成分 B 1 は角速度の大きさに応じた振幅の大きさを持ち、その位相は上記信号成分 A 1 の位相と  $90^\circ$  ずれている。

#### 【0019】

また、その角速度発生時には、第 2 検出用の C-V 変換部 2 2 の出力信号は、上記駆動振動に起因した信号成分 A 2 と、図 6 の（b）の実線 B 2 に示すような波形を持つ角速度に起因した信号成分 B 2 とが重なって成る信号となる。上記信号成分 B 2 は角速度の大きさに応じた振幅の大きさを持ち、換言すれば、前記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 の出力信号における信号成分 B 1 の振幅の大きさとほぼ等しい振幅の大きさを持ち、その信号成分 B 2 の位相は上記信号成分 A 2 と  $90^\circ$  位相がずれ、また、上記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 の出力信号における信号成分 B 1 とは  $180^\circ$  位相がずれている。

#### 【0020】

さらに、角速度だけでなく Y 方向の加速度にも起因して上記内枠 1 4 が振動する場合がある。この場合には、上記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 の出力信号は、上記駆動振動に基づいた信号成分 A 1 と、上記角速度に起因した信号成分 B 1 と、図 6 の（a）の点線 C 1 に示す波形を持つ加速度に起因した信号成分 C 1 とが重なって成る信号となる。上記信号成分 C 1 は加速度の大きさに応じた振幅の大きさを持ち、その位相は上記信号成分 A 1 と同相である。

#### 【0021】

また、その角速度および加速度発生時には、上記第 2 検出用の C-V 変換部 2 2 の出力信号は、上記駆動振動に基づいた信号成分 A 2 と、上記角速度に起因した信号成分 B 2 と、図 4 の（b）の点線 C 2 に示す波形を持つ加速度に起因した信号成分 C 2 とが重なって成る信号となる。上記信号成分 C 2 は加速度の大きさに応じた振幅の大きさを持ち、換言すれば、上記第 1 検出用の C-V 変換部 2 1 の出力信号における信号成分 C 1 の振幅の大きさとほぼ等しい振幅の大きさを持ち、その信号成分 C 2 の位相は上記信号成分 A 2 および信号成分 C 1 と  $180^\circ$

位相がずれている。

【 0 0 2 2 】

上記のように、第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 および第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 はそれぞれ振動体 8 の振動の状態に応じた信号を図 5 に示す加算増幅部 2 3 および差動増幅部 2 4 に出力する。

【 0 0 2 3 】

加算増幅部 2 3 は上記第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 の出力信号と、第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 の出力信号とを加算・増幅する。この加算増幅部 2 3 の信号の加算によって、上記角速度に起因した第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 の出力信号における信号成分 B 1 と、第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 の出力信号における信号成分 B 2 とは相殺されて除去され、また、同様に、加速度に起因した前記信号成分 C 1 と信号成分 C 2 とも相殺されて除去される。これにより、加算増幅部 2 3 は、上記信号成分 A 1 と信号成分 A 2 とが加算された駆動振動による信号成分のみに応じた信号を駆動検出信号（モニタ信号）として A G C 部 2 5 および同期検波部 2 7 に出力する。

【 0 0 2 4 】

A G C 部 2 5 は、上記駆動検出信号に基づいて、上記振動体 8 が共振周波数をもって駆動方向に安定的に振動するように正帰還制御により駆動信号を出力する。その駆動信号は、前記第 1 の駆動部を構成する駆動用固定電極部 5（5 a, 5 b, 5 c, 5 d）と駆動用可動電極部 1 1（1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d）の組と、第 2 の駆動部を構成する駆動用固定電極部 5（5 e, 5 f, 5 g, 5 h）と駆動用可動電極部 1 1（1 1 e, 1 1 f, 1 1 g, 1 1 h）の組のうちの一方向の駆動部（図 5 に示す例では上記第 1 の駆動部）にはそのまま加えられ、他方の駆動部には上記駆動信号を位相反転部 2 6 により位相反転させた駆動信号が加えられる。この駆動信号の印加によって、前記の如く振動体 8 は駆動振動する。つまり、振動体 8 は、前記駆動モニタ手段により検出された振動体 8 の駆動方向（X 方向）の振動状態に基づいて、上記第 1 と第 2 の各駆動部が正帰還制御されて上記振動体 8 の駆動方向の振動の安定化が図られている。

【 0 0 2 5 】

前記差動増幅部 2 4 は上記第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 から出力された信号と第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 から出力された信号との差を取る。この差動増幅部 2 4 の信号の差動によって、上記第 1 検出用の C - V 変換部 2 1 の出力信号における駆動振動による信号成分 A 1 と、第 2 検出用の C - V 変換部 2 2 の出力信号における駆動振動による信号成分 A 2 とは相殺される。これにより、差動増幅部 2 4 は、前記角速度による前記信号成分 B 1 と信号成分 B 2 が加算されて成る図 7 の実線 B 3 に示すような信号成分 B 3 と、前記加速度による信号成分 C 1 と信号成分 C 2 が加算されて成る図 7 の点線 C 3 に示すような信号成分 C 3 とに基づいた角速度・加速度混在信号を同期検波部 2 7 に出力する。

## 【 0 0 2 6 】

同期検波部 2 7 は位相シフタ（図示せず）を内蔵し、この位相シフタによって上記加算増幅部 2 3 から出力された駆動検出信号の位相を  $90^{\circ}$  ずらして角速度用参照信号を作り出し、この角速度用参照信号を利用して上記差動増幅部 2 4 から出力された角速度・加速度混在信号を同期検波する。

## 【 0 0 2 7 】

つまり、角速度用参照信号は上記角速度・加速度混在信号の角速度成分 B 3 の位相と同相あるいは  $180^{\circ}$  位相がずれた信号であり、同期検波部 2 7 は、上記角速度用参照信号の位相が  $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$  の区間 D 1 と、 $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$  の区間 D 2 とで角速度・加速度混在信号の積分を行う（同期検波する）。この同期検波によって、上記角速度・加速度混在信号の加速度成分 C 3 は除去されることから、同期検波部 2 7 は、角速度成分 B 3 に応じた信号を角速度信号として出力する。この角速度信号によって角速度の大きさを検出することができる。

## 【 0 0 2 8 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記振動体 8 の外枠 1 0 や内枠 1 4 が理想的に振動するためには、上記振動体 8 を構成する駆動梁 9 や外枠 1 0 や検出梁 1 3 や内枠 1 4 等は、図 4 に示す点線 A や点線 B に対して対称であることが望ましい。しかしながら、加工精度の問題から、そのように上記駆動梁 9 や外枠 1 0 や検出梁 1 3 や内枠 1 4 を精度良く対称に製造することは殆ど不可能であり、上記駆動梁 9 や外枠 1 0 や検

出梁 1 3 や内枠 1 4 は非対称なものになってしまう。

【 0 0 2 9 】

この非対称のために、振動体 8 に Y 方向の加速度が印加されたときに、振動体 8 が例えば X 方向の軸を中心にして回転振動することがある。このような加速度に起因した不要な回転振動が発生すると、前記駆動モニタ手段である検出用固定電極部 6 c, 6 f と検出用可動電極部 1 5 c, 1 5 f 間の静電容量は前記第 1 と第 2 の各駆動部による振動体 8 の駆動振動だけでなく、上記加速度に起因した不要な回転振動の影響をも受けて、変化することとなる。これにより、前記第 1 の C-V 変換部 2 1 と第 2 の C-V 変換部 2 2 から出力される信号の前記駆動振動信号成分 A 1, A 2 に加速度に起因したノイズが乗った状態となる。

【 0 0 3 0 】

このため、振動体 8 の駆動方向の振動状態を正確に得ることができなくなり、これにより、振動体 8 の駆動振動の正帰還制御に乱れが生じて振動体 8 の駆動振動が不安定になるという問題が生じる。このように振動体 8 の駆動振動が不安定になると、例えば、同期検波部 2 7 において同期検波用の参照信号が正確に作成されず、正確な角速度信号を出力することができないという問題が生じる。

【 0 0 3 1 】

本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、不要な回転振動に起因して振動体の駆動方向の振動が乱れることを防止することが可能な振動子を提供することにある。

【 0 0 3 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第 1 の発明の振動子は、振動体と；該振動体を設定の駆動方向に振動させるための駆動手段と；上記振動体の駆動方向の振動変位を検出する駆動モニタ手段とを有し、この駆動モニタ手段により検出された上記振動体の駆動方向の振動変位状態に基づいて上記駆動手段が正帰還制御されて上記振動体の駆動方向の振動の安定化が図られる振動子であって、上記駆動モニタ手段は上記振動体の重心領域に設けられて振動体の重心領域の駆動方向の振動

変位を検出する構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【 0 0 3 3 】

第 2 の発明の振動子は、上記第 1 の発明の構成を備え、振動体は駆動方向と、該駆動方向とほぼ直交するコリオリ力方向とに振動自在な構成と成し、上記振動体のコリオリ力方向の振動変位を検出するコリオリ力方向振動検出手段が設けられており、上記コリオリ力方向振動検出手段により検出された上記振動体のコリオリ力方向の振動に基づいて、上記駆動方向とコリオリ力方向の両方に直交する方向を中心軸とした回転の角速度を検出することを特徴として構成されている。

【 0 0 3 4 】

第 3 の発明の振動子は、上記第 1 又は第 2 の発明の構成を備え、振動体は外枠の内側に内枠が連結梁を介しコリオリ力方向に振動自在に接続されて成る二重枠構造と成し、上記外枠と内枠は駆動手段によって一体的に駆動方向に振動し、上記内枠は角速度に起因したコリオリ力によって外枠に対してコリオリ力方向に振動する構成と成し、駆動モニタ手段は上記内枠の内側に位置する振動体の重心領域に上記内枠に支持されて設けられていることを特徴として構成されている。

【 0 0 3 5 】

上記構成の発明において、振動体の駆動方向の振動を検出する駆動モニタ手段は振動体の重心領域に設けられている。例えば、振動体が加速度等の外力の悪影響を受けて不要な回転振動したときには、その不要な回転振動の中心は振動体のほぼ重心領域に位置しており、振動体の重心領域における不要回転振動に起因した駆動方向の振動変位は小さい。

【 0 0 3 6 】

このために、振動体の重心領域に設けられた上記駆動モニタ手段は上記不要な回転振動の悪影響を殆ど受けずに振動体の駆動方向の振動状態をほぼ正確に検出することができることとなる。これにより、振動体は、不要な回転振動を起こした場合にも、上記駆動モニタ手段によって検出された振動体の駆動方向の振動状態に基づいた正帰還制御によって安定的に振動することができることとなる。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【 0 0 3 8 】

図 1 には本発明に係る振動子の一実施形態例が示されている。この実施形態例において特徴的なことは、駆動モニタ手段を振動体の重心領域に設けたことである。それ以外の構成は前記従来例と同様であり、この実施形態例の説明において、前記従来例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

この実施形態例では、図 1 に示すように、内枠 1 4 の内側に櫛歯形状の検出用固定電極部 6 と検出用可動電極部 1 5 が互いに間隔を介して噛み合うように対向して設けられており、それら検出用固定電極部 6 と検出用可動電極部 1 5 によって、振動体 8 のコリオリ力方向（この実施形態例では、Y 方向）の振動を検出するコリオリ力方向振動検出手段が構成されている。それら検出用固定電極部 6 と検出用可動電極部 1 5 のうちの図 1 に示す点線 M により囲まれた領域内の検出用固定電極部 6 と検出用可動電極部 1 5 は、振動体 8 の駆動方向（X 方向）の振動変位を検出する駆動モニタ手段として機能する。

【 0 0 4 0 】

その駆動モニタ手段は、図 1 に示すように、振動体 8 の重心領域に設けられており、その振動体 8 の重心領域の駆動方向の振動変位を検出する。

【 0 0 4 1 】

この実施形態例によれば、上記駆動モニタ手段を振動体 8 の重心領域に設けたので、Y 方向の加速度の印加に起因して振動体 8 が不要な回転振動した際に、その不要な回転振動に起因した振動体 8 の駆動振動の乱れを回避することができる。つまり、上記のような加速度印加に起因して振動体 8 が不要な回転振動しても、その不要な回転振動の中心は振動体 8 の重心領域に位置するので、上記不要な回転振動に因る振動体 8 の重心領域の振動変位は小さく抑制されている。

【 0 0 4 2 】

このため、その振動体 8 の重心領域の振動変位を駆動モニタ手段により検出することによって、振動体 8 が不要な回転振動を起こしても、上記駆動モニタ手段

から出力される信号の上記不要回転振動に起因したノイズは小さいものとなる。

【 0 0 4 3 】

この結果、上記振動体 8 は上記不要回転振動の発生に殆ど関係なく正常な正帰還制御が成されて駆動振動が安定的に継続され、これにより、加速度印加に関係なく、正確な角速度を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

このことを本発明者は実験により確認している。その実験とは、従来例のように駆動モニタ手段が振動体 8 の重心領域から外れた領域に設けられている振動子と、この実施形態例の如く駆動モニタ手段が振動体 8 の重心領域に設けられている振動子とを用意し、それら振動子に関して、図 5 に示す同期検波部 2 7 の出力信号に含まれる上記不要回転振動（加速度印加）に起因した信号成分（ノイズ）の大きさがどのように違うかを調べた。その実験結果が図 2 に示されている。

【 0 0 4 5 】

この図 2 のグラフでは、横軸には振動体 8 に印加される加速度の周波数が示され、縦軸には加速度印加に起因した上記ノイズの大きさ（加速度感度）が示されており、実線  $\alpha$  は駆動モニタ手段が振動体 8 の重心領域から外れた領域に設けられている従来の振動子による実験結果を示し、実線  $\beta$  は駆動モニタ手段が振動体 8 の重心領域に設けられている本実施形態例の振動子による実験結果を示している。

【 0 0 4 6 】

この図 2 に示すように、この実施形態例の如く駆動モニタ手段を振動体 8 の重心領域に設けることによって、加速度印加に起因したノイズの大きさを従来に比べて格段に抑制できることが分かる。

【 0 0 4 7 】

上記実験結果にも示されるように、この実施形態例において特徴的な構成を備えることによって、同期検波部 2 7 の出力信号に含まれる加速度印加に起因したノイズの大きさを小さく抑制することができる結果、正確な角速度を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

なお、この発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記実施形態例では、振動体 8 は外枠 1 0 の内側に内枠 1 4 が連結梁（検出梁）1 3 によって連結されて成る二重枠構造であったが、本発明は二重枠構造以外の振動体を備えた振動子にも適用することができる。例えば、図 3 に示すような形態の振動子にも適用することができる。

## 【 0 0 4 9 】

この図 3 においては、上記実施形態例と同一名称部分には同一符号を付してある。この図 3 に示す振動子 2 も上記実施形態例と同様に角速度センサを構成するものであり、該振動子 2 の振動体 8 は、コ字形状に折り曲げ形成された支持梁 3 0 によって支持固定部 4 に支持されており、図 3 に示す X 方向と Y 方向の 2 方向に振動が可能なものである。この振動体 8 は、櫛歯形状の駆動用固定電極部 5 （5 A, 5 B）に交流の信号が印加されることによって、その駆動用固定電極部 5 （5 A, 5 B）と駆動用可動電極部 1 1 （1 1 A, 1 1 B）間の静電容量の変化により、図 3 の X 方向に駆動振動する。

## 【 0 0 5 0 】

このような駆動振動中に、Z 軸回りに回転すると、その回転によるコリオリ力によって、振動体 8 は図 3 の Y 方向に振動する。この振動変位は、検出用固定電極部 6 （6 A, 6 B, 6  $\alpha$ , 6  $\beta$ ）と検出用可動電極部 1 5 （1 5 A, 1 5 B, 1 5  $\alpha$ , 1 5  $\beta$ ）間の静電容量変化として検出されて、Z 軸回りの回転の角速度を検出することができる。この図 3 に示す例では、検出用固定電極部 6  $\alpha$ , 6  $\beta$  と検出用可動電極部 1 5  $\alpha$ , 1 5  $\beta$  の組が駆動モニタ手段として機能するものであり、この駆動モニタ手段により検出された振動体 8 の駆動方向の振動状態に基づいて振動体 8 は正帰還制御される。

## 【 0 0 5 1 】

この駆動モニタ手段も、上記実施形態例と同様に、振動体 8 の重心領域に設けられている。これにより、上記実施形態例と同様に、加速度印加に起因した振動体 8 の駆動振動の乱れを防止することができて、加速度印加によって振動体 8 が不要な回転振動を起こしても、角速度をほぼ正確に検出することができる。

## 【 0 0 5 2 】



また、上記実施形態例では、角速度センサに組み込まれる振動子を例にして説明したが、この発明は、フィルター等を構成する振動子にも適用することができるものである。

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

この発明によれば、振動体の駆動方向の振動変位を検出する駆動モニタ手段を振動体の重心領域に設けたので、換言すれば、振動体が不要な回転振動を起こした際に、その不要な回転振動の中心部となり振動変位が小さい振動体の重心領域に上記駆動モニタ手段を設けたので、上記不要回転振動が発生しても、駆動モニタ手段から出力される信号に乗る上記不要回転振動に起因したノイズの大きさを小さく抑制することができることとなる。

【 0 0 5 4 】

これにより、不要回転振動に起因した振動体の正帰還制御の乱れを防止することができて、駆動手段による振動体の駆動方向の振動を安定的に継続することができる。

【 0 0 5 5 】

駆動方向とコリオリ力方向に振動自在な振動体が設けられており、振動体のコリオリ力方向の振動変位に基づいて角速度を検出するものにあつては、上記の如く、不要回転振動に起因して振動体の駆動方向の振動が不安定になることを防止できるので、不要な回転振動が生じて、角速度をほぼ正確に検出することができる。

【 0 0 5 6 】

振動体が二重棒構造と成しているものにあつては、振動体の構造が複雑であるために、不要な回転振動が発生し易いが、そのような不要な回転振動が発生しても、上記のように、不要な回転振動の悪影響を小さく抑制して振動体の駆動方向の振動を安定的に継続することができるので、振動体が二重棒構造である場合に、駆動モニタ手段を振動体の重心領域に設けることは、特に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明に係る振動子の一実施形態例を示すモデル図である。

【図 2】

この実施形態例の効果を実験結果により示すグラフである。

【図 3】

その他の実施形態例を示すモデル図である。

【図 4】

従来の振動子の一例を示すモデル図である。

【図 5】

振動子に接続して角速度を検出するための信号処理回路の一例を模式的に示すブロック構成図である。

【図 6】

図 5 に示す C - V 変換部から出力される信号の波形例を示す説明図である。

【図 7】

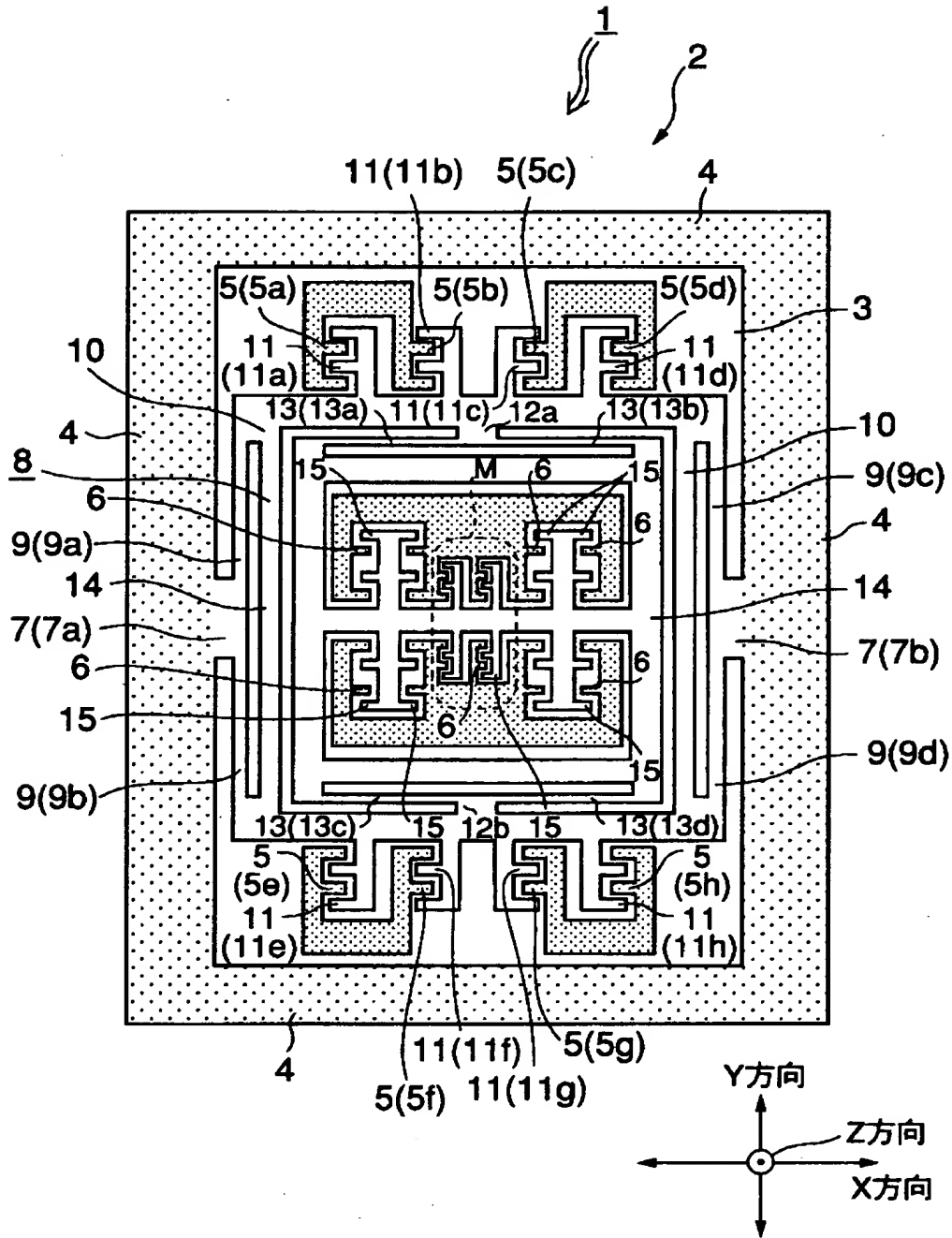
図 5 に示す差動増幅部から出力される信号の波形例を示す説明図である。

【符号の説明】

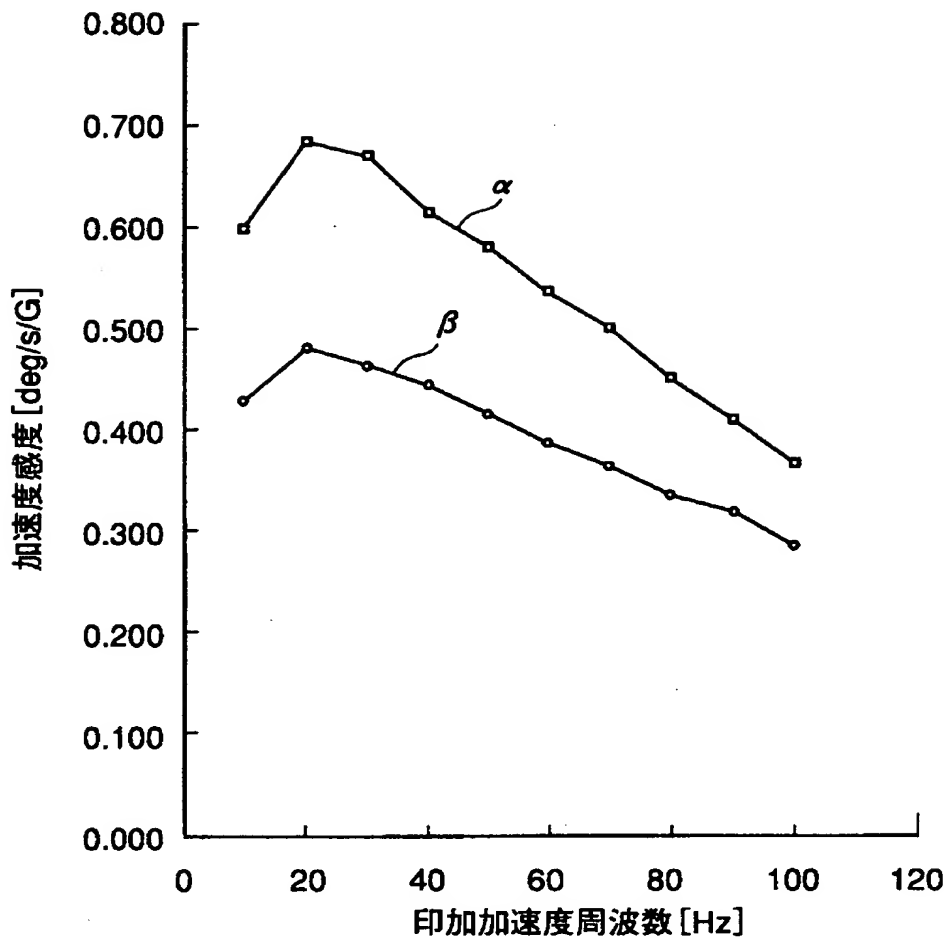
- 1 角速度センサ
- 2 振動子
- 5 駆動用固定電極部
- 6 検出用固定電極部
- 8 振動体
- 9 駆動梁
- 10 外枠
- 11 駆動用可動電極部
- 13 検出梁
- 14 内枠
- 15 検出用可動電極部

【書類名】 図面

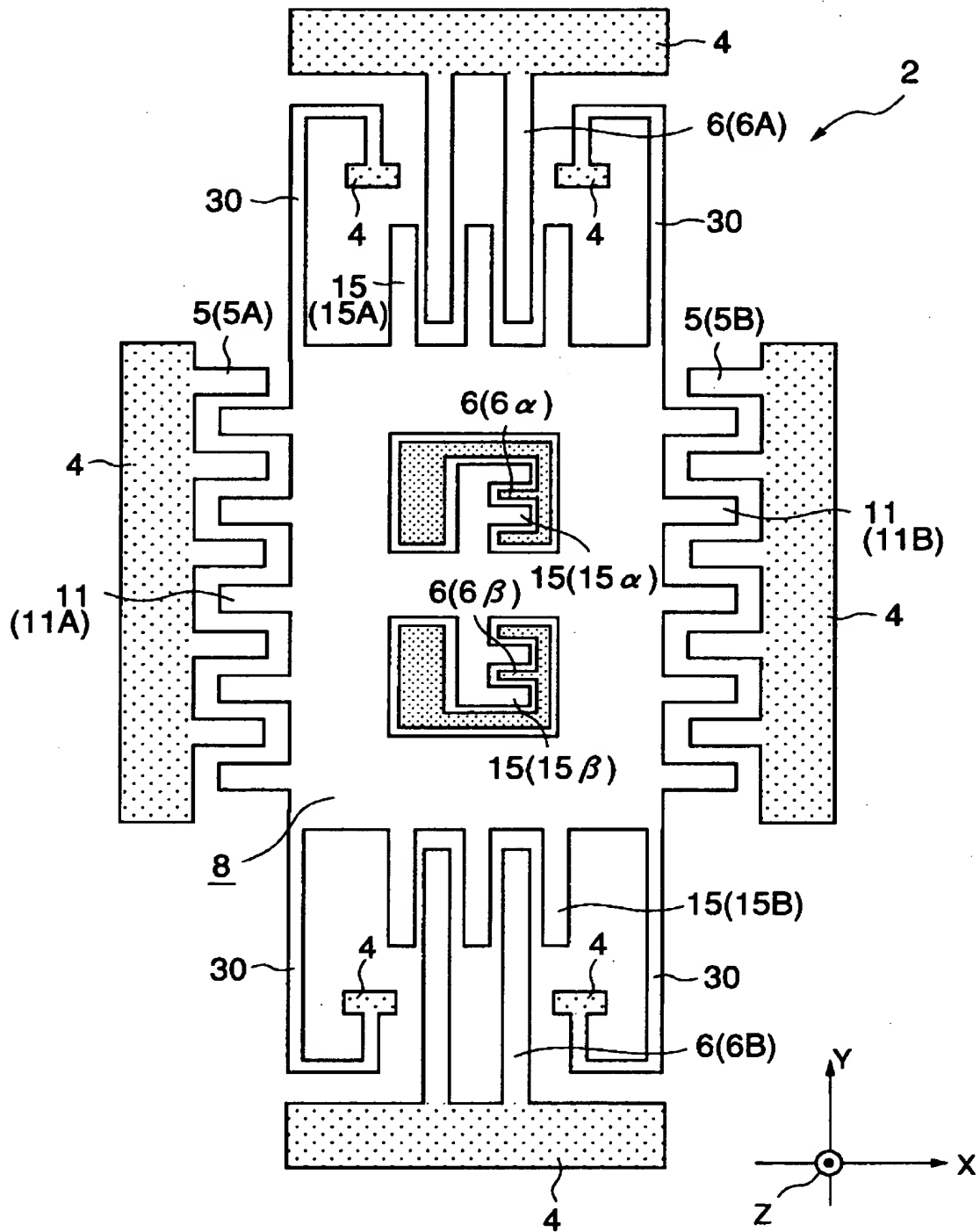
【図 1】



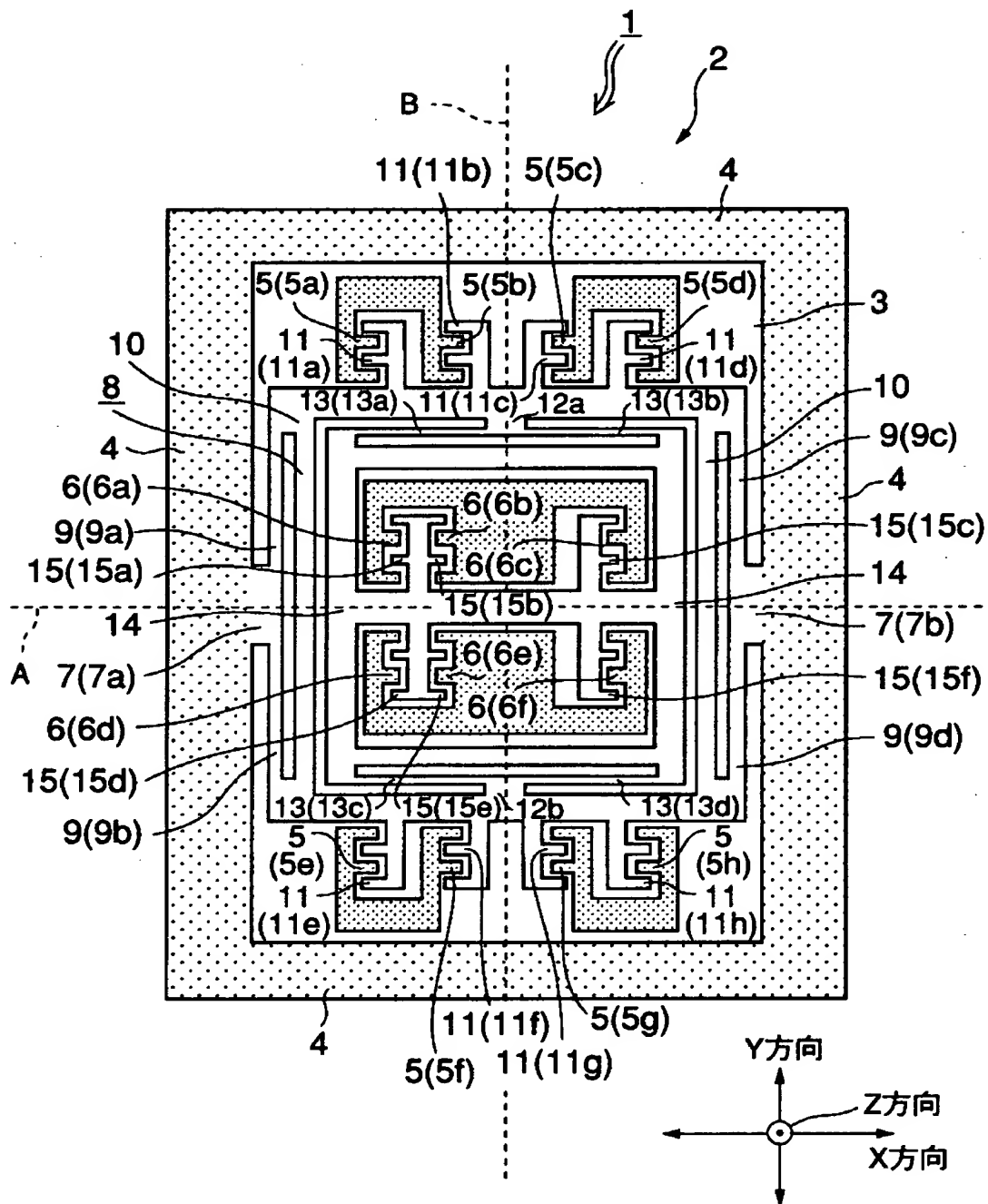
【図 2】



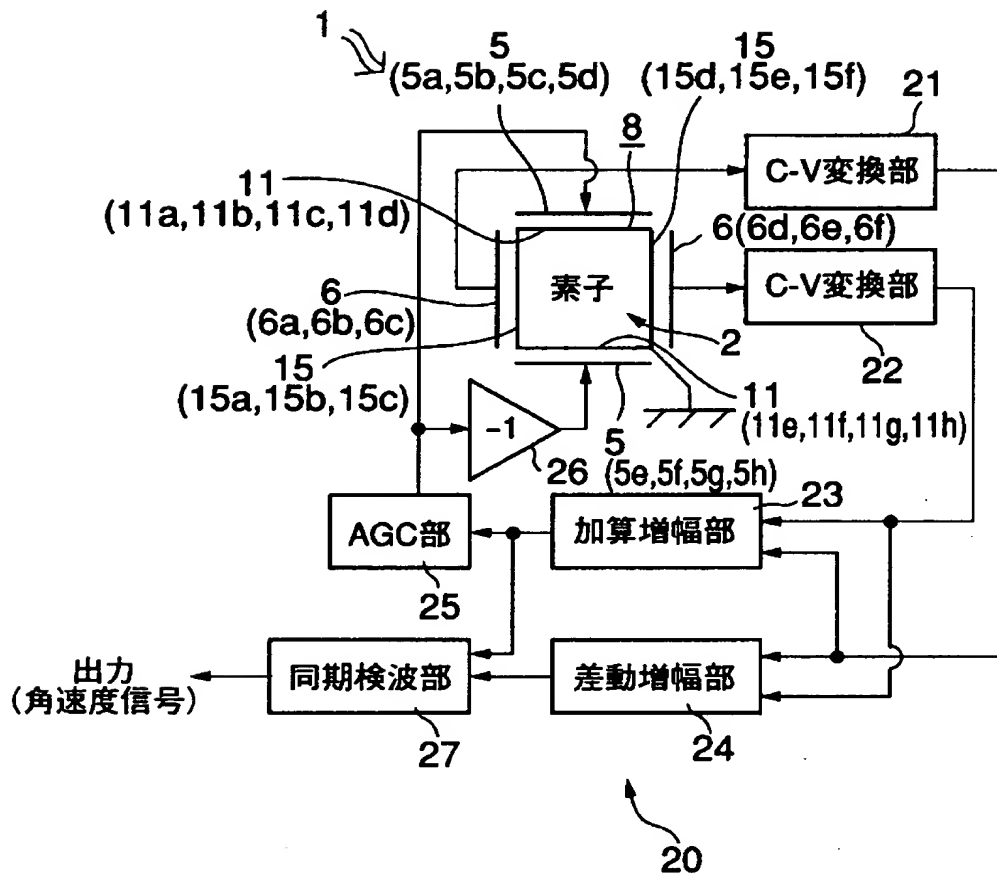
【図 3】



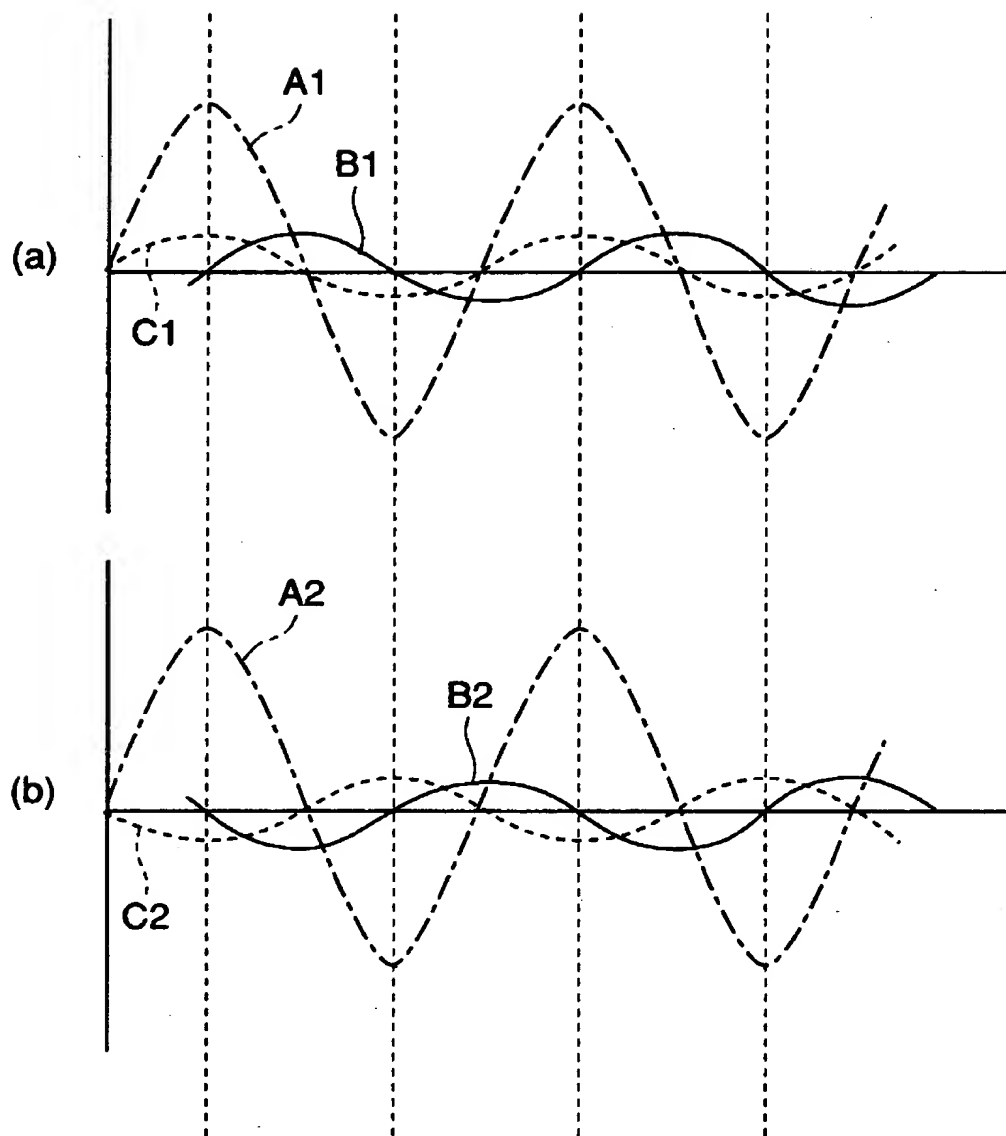
【図 4】



【図 5】

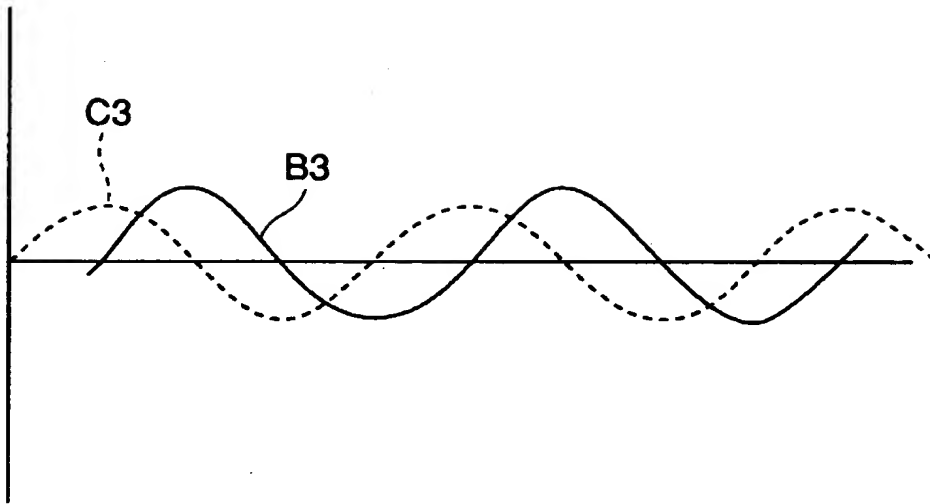


【図 6】





【図 7】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    不要な回転振動に起因した振動体の駆動方向の振動乱れを防止する。

【解決手段】    振動体 8 の X 方向（駆動方向）の振動変位を検出する駆動モニタ手段（点線 M により囲まれた領域内の櫛歯形状の固定電極部 6 と可動電極部 1 5）を振動体 8 の重心領域に設ける。振動体 8 が加速度印加に起因して不要な回転振動を起こした際に、回転振動の中心は振動体 8 の重心領域となるため、不要回転振動による振動体 8 の重心領域の駆動方向の振動変位は小さい。駆動モニタ手段の出力信号は振動体 8 の正帰還制御に用いられており、その出力信号に含まれる不要回転振動に起因したノイズが大きいと、振動体 8 の駆動方向の振動が乱れるが、そのノイズを小さく抑制することができるので、不要回転振動が発生しても、振動体 8 の駆動方向の振動を安定的に継続することができる。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名	株式会社村田製作所